

カバリングマシンの自動糸交換装置の開発

(第4報) 圧力変化を利用した芯糸検出装置

堀 純也*, 八田 潔**, 喜成年泰*, 新宅 救徳*

Development of an Auto-Doffer for Covering Machines

Part 4 : Core Yarn Detecting System by Air Pressure Variation

Abstract

Drawing-in process on covering machines is so difficult and inefficient that its automation is especially hoped. However the automatic drawing-in system developed in order to improve drawing-in operation is not able to distinguish whether the core yarn is successfully drawn into the hollow spindle or not. So we developed a detecting system for fine Spandex, applying pressure variation in pipe flow caused by yarn behavior.

Results obtained are as follows :

- (1) Pressure variation can check the presence of Spandex when it runs through a small air flow pipe.
- (2) This detecting system consists of a diaphragm type pressure sensor, a small pipe and a simple sequence program.
- (3) The system can detect Spandex yarns from 30D to 420D that are widely used and too thin to sense even by manual operation. And it is confirmed that the system has practical utility.
- (4) The system is installed on the automatic yarn drawing-in device. When the system distinguish the failure to draw Spandex into hollow spindles, the failed Spandex package is removed and drawing-in is again attempted with another package on the same spindle. In this way, yarn drawing-in is performed for all spindles on a covering machine continually and automatically.

(Received March, 3 1997)

(Accepted for Publication Nov. 11 1997)

1. 緒言

本研究では、カバリングマシンによるカバード糸製造時における諸作業の自動化を試みている。第1報では、吸い込みと吹き出しの空気流を組み合わせ、中空スピンドルにスパンデックスを通す作業を自動化する方法を提案した¹⁾。また第2報では、カバリングマシンとは別個の、錘間を移動する自走式の台車と、自動芯糸通し装置を組み合わせ²⁾、第3報では移動型の自動化装置による連続的な糸交換、芯糸通しの装置について報告した³⁾。この装置による自動芯糸通しの実験では、100%に近い成功率を示したが、今後、1台につき数百錘装備する実機のカバ

リングマシンへの適用を考えると、自動芯糸通しの成功率をさらに高める改良とともに、失敗時に自動で対処できる機構が必要である。そこで本報では、自動芯糸通し工程の成否を判断する芯糸検出装置の開発と、それに連動した芯糸通し失敗時の復帰方法および工程の自動化について報告する。

2. 芯糸検出装置

自動芯糸通し装置は、図1に示すように、下スピンドル⑤の下部から空気吹き出し部⑥により吹き出し流を、上スピンドル③の上部からは真空エジェクタ①により吸い込み流を作用させ、芯糸を飛走させる。空気吸い込み部は、上スピンドルの下部から真

*会員, Member, 金沢大学工学部, Faculty of Engineering, Kanazawa University, 金沢市小立野, Kodatsuno, Kanazawa
 **会員, Member, 石川工業高等専門学校, Ishikawa National College of Technology, 石川県津幡町, Tsubata, Ishikawa

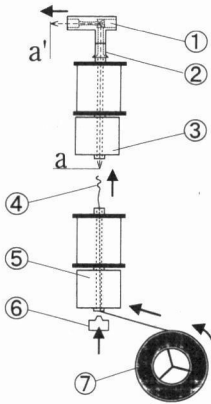


Fig. 1 Automatic Yarn Drawing-in Device

① : Ejector, ② : Pad, ③ : Upper Spindle, ④ : Spandex Yarn End, ⑤ : Lower Spindle, ⑥ : Injection Unit, ⑦ Spandex Package on Feed Unit

空エジェクタ排気口までが一連の閉じた管路である (図 1a-a'). この装置を用いた前報までの芯糸通し実験では, 実験者が芯糸通しの成否を判別するために, 糸先が真空エジェクタ排気口から排気とともに出てくるところを目視で確認していた. 飛走してきた糸を検出するセンサーとして, ジェットルームのよこ糸検出に使われるよこフィーラがある. よこ糸フィーラの主な形式は 1) 電気式, 2) 光電式, 3) プリズム式, 4) 圧電式, 5) 機械式が挙げられる⁴⁾が, スパンデックスは,

- 1) 非常に細く見えにくい
- 2) 断面形状は円形とは極端に異なり, 場所により時々刻々と変化している.⁵⁾
- 3) しなやかで, 伸縮性が高いので手で触ってもわかりにくい

などの特性を持つため扱いにくく, 光学的・機械的な検出が困難である. また, 自動芯糸通し装置の空気吸い込み部のような閉管路中に, 新たに検出装置を取り付けるのも難しい. そこで本研究では, 管路内の空気流中に置かれた糸が流れを乱す現象を利用して, 管路内を流れにより進むスパンデックスを検出する芯糸検出装置を開発した.

芯糸検出装置を図 2 に示す. 芯糸検出部 (DU) を, 上スピンドル (Sp) に密着するパッド (P) と真空エジェクタ (E : SMC 製 ZH07DL) との間に挿入する. 芯糸検出部を図 3 に示す. 芯糸検出部は, 内径を絞った管 (以後, 主管と呼ぶ) と, 主管から直

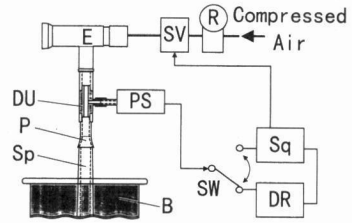


Fig. 2 Yarn Detecting System

E : Ejector, SV : Solenoid Valve, R : Regulator, DU : Yarn Detecting Unit, P : Pad, Sp : Spindle, B : Bobbin, PS : Pressure Sensor, SW : Switch, Sq : Sequencer, DR : Data Recorder

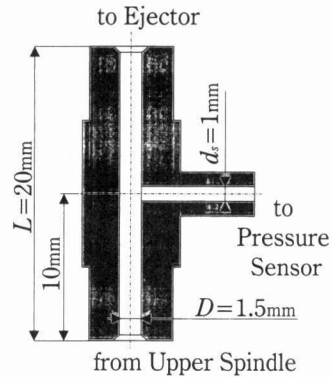


Fig. 3 Dimension of Yarn Detecting Unit

角に立てられた分岐管 (以後, 圧力検出管) から構成される. D は主管直径である. 主管内芯糸が通過するため, 芯糸通し時に必要な吸い込み性能に影響の出ない範囲で D をなるべく細くした. L は主管長さ, d_s は圧力検出管直径である. d_s については, 正確に加工できて, なるべく細い内径とした. 主管内の圧力は, 圧力検出管からチューブを介してダイヤフラム式の圧力センサ (図 2 の PS : OMRON 製 E8CA-R8) に接続される. 圧力は圧力センサによって電圧信号に変換後, データレコーダ (DR : TEAC 製 DR-M2a) に記録される. また, 後述の判別プログラム使用時にはシーケンサ (Sq : KEYENCE 製 KZ-300) に接続された A/D コンバータ (同社製 KZ-AN6) に入力される. なお, 真空エジェクタに供給される空気圧は, あらかじめレギュレータ (R) により 0.4MPa (4kgf/cm²) に調整される.

3. 糸の通過による主管の圧力変化

3.1 圧力変化の計測

芯糸の挿入による芯糸検出装置の挙動を調べるために、本装置を実機のスピンドルに取り付けない状態で、主管内に糸を一定長さ挿入したときの圧力を圧力センサで計測した。糸の端から5mm, 8mm, 10mm, 12mm, 15mm, 20mmの6種類の位置に目印を付け、主管のスピンドル接続側から各目印位置まで挿入後、吸い込み流を作用させた。まず始めに、ナイロン製約糸4号(直径330 μ m), 2号(235 μ m), 1号(165 μ m), 0.6号(128 μ m)を実験した。

結果を図4(a)に示す。なお、縦軸はゲージ圧であるため、下の方ほど真空状態を示す。また、10mmの位置では実験の度に値が大きく異なり、特定の値を得られなかった。これは、この位置に圧力検出孔があるからだと思われる。挿入長が10mmより少ないときは圧力は減少傾向であるが、挿入長が10mmより多いときは転じて増加傾向になることが観察された。細管内での空気流による糸の挙動と流れに及ぼす影響は複雑であり、今後詳しい検討が必要であろう。なお、横軸が0mmの位置にプロットした圧力(約-26kPa)は主管内に糸がない状態である。この図より、主管内への糸の挿入長によって、検出される圧力が、糸がないときの値を跨ぐ大きな変化をすることがわかる。同様にスパンデックス(420D, 280D, 140D)を用いた実験の結果を図4(b)に示す。糸の挿入に伴いナイロンのときと同じような傾向を示した。また、ナイロンに比べ圧力の変化が大きくなった。以上のことから、芯糸検出部内への芯糸の挿入長によって、計測される圧力が変化することがわかった。

次に、糸先が吸い込み流によって主管内を通過するときの圧力変動の様子を調べるために、主管に糸を吸い込ませながら圧力を測定した。サンプルとしてスパンデックス(30D, 70D, 140D, 280D, 420D)を用いた。それぞれの様子の一例を図5に示す。サンプリング周波数は1kHzである。なお、図中の領域I, II, IIIは説明の便宜上記入したものである。各図中の領域Iは、主管内に糸がない状態である。この領域での圧力の変動幅はおおむね1kPa以内に収まっている。領域IIIは糸先が通過した後の状態で、Iの状態に比べて高い圧力を示す。その間の区間の領域IIは、主管内を糸先が進んでいる状態と考えら

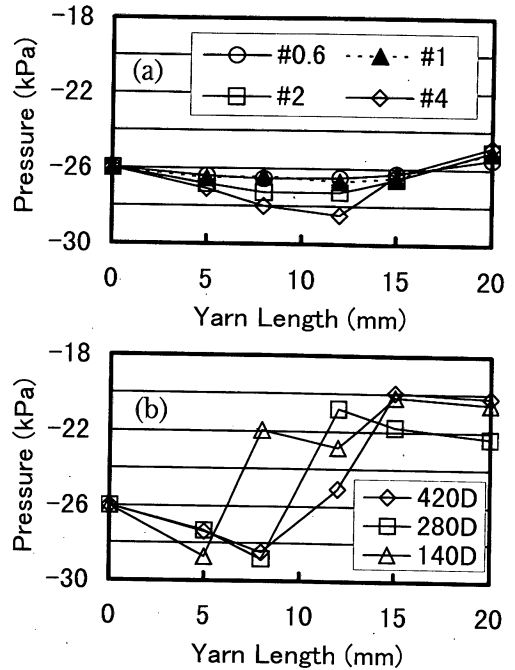


Fig. 4 Relation between Inserted Yarn Length and Observed Pressure
(a) Nylon, (b) Spandex

れ、計測される圧力が大きく変化する。また、70Dより太い糸では、糸先が主管内を通過する前(領域I)に比べて、通過した後(領域III)は圧力が大きく変動することが観察された。芯糸検出部の主管は直径が細く、主管断面積に比べて糸の断面積が無視できない。主管内に糸が存在すれば、管内空気流を妨げる。また、空気流中に置かれた糸は流れにより振動し、さらに流れを乱す。本装置は、管内に糸が存在することによる管内空気流の変化を検出していると考えられる。なお、本装置を実機のスピンドルに取り付けた状態で同様の測定を行ったが、特に大きな差異は認められなかった。

3.2 自動判別プログラムと評価

図5から、糸の太さにより変化する圧力の大きさは違うものの、糸が吸い込まれるときには、同様のパターンの圧力変化が観測されることがわかった。ただし、30Dの場合、領域Iと領域IIIの圧力の差は、圧力の変動に比べて十分大きくないため、直接の比較では明確でない。そこで、糸先が主管内をとおる抜ける瞬間に圧力が大きく跳ね上がることに注目し、その圧力変化の大きさにより芯糸の通過を判断することにした。

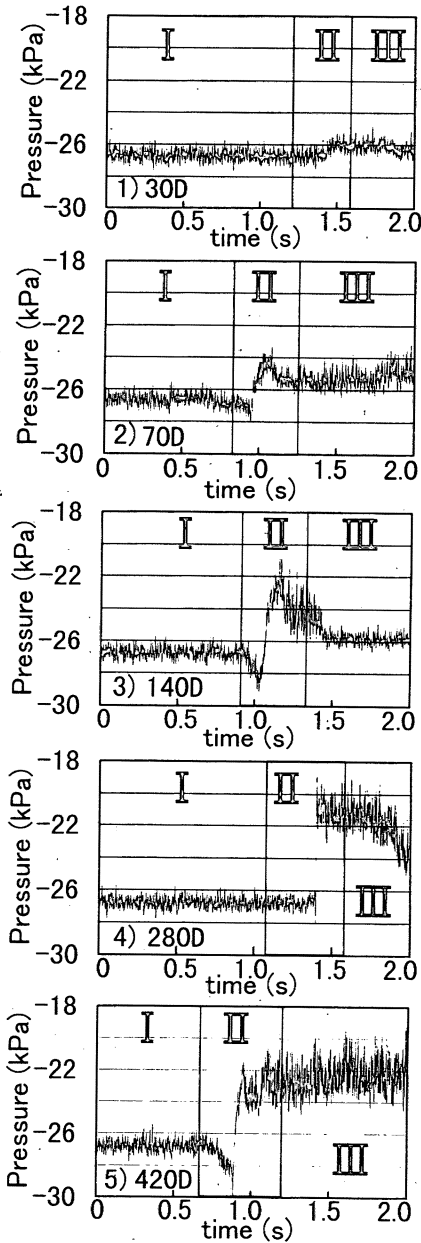


Fig. 5 Pressure Variation with Yarn Running in Yarn Detecting Unit
1) 30D, 2) 70D, 3) 140D, 4) 280D, 5) 420D

前節で述べた基本的なデータに基づいて、スパンデックスの有無を自動で判別するプログラムを試作した。プログラムはシーケンサ上で動作する。処理過程を図6に基づいて説明する。図6は420Dのスパンデックスを主管内に吸い込ませたときの圧力変動の一例であり、横軸の時間はサンプリング開始か

らの経過時間である。真空エジェクタによる主管内への空気の吸い込み開始の0.4s後から、圧力のサンプリングを開始する。圧力センサから出力される電圧（すなわち主管内の負圧）は、図6の折れ線グラフで示すように変動するため、サンプリング開始後から測定値500個（0.5s）ごとの平均値 P_i （図6の棒グラフ）で扱う。現在の平均値と直前の平均値との差 $\delta = P_i - P_{i-1}$ ($i \geq 2$) を計算し、糸の有無を判別するしきい値 A （後述）と比較する。糸先が検出部を通過する前後で圧力は大きく変化し、平均値 P_i もステップ状に上昇する。この上昇分の δ が $\delta > A$ となったときに糸先が通過したと判断し、このときの δ の値を δ として記憶する。

このプログラムを用いて、芯糸検出の試験を行なった。まず、主管内に糸がない状態で吸い込みを1000回行った。その結果、 δ の最大値は図7に示すように0kPa~0.20kPaの間に分布した。しきい値 A の設定値は少なくとも0.20kPaより大きい必要がある。そこで、しきい値 A を0.30kPaと設定した。次に30D, 70D, 140D, 280D, 420Dのスパンデックスについて500回ずつ主管内に糸を吸い込ませ、プログラムが糸先の通過を判断したときの δ の値が分布する範囲を調べた。その結果を図8に示す。 δ の最小値は、図に示すようにどの糸でもしきい値の0.30kPaを越えており、100%の確率で糸の通過を検出することができた。

4. 芯糸通し装置への適用

自動芯糸通し装置の作業失敗時には、糸先がパッケージに逆に巻き込まれる。この不良パッケージを再び使用するには、人手により糸先を見つけ出す必要がある。今回開発した芯糸検出部装置によって、芯糸通しの成否の確認が自動で行えるようになったので、失敗と判断されたときは、その不良パッケー

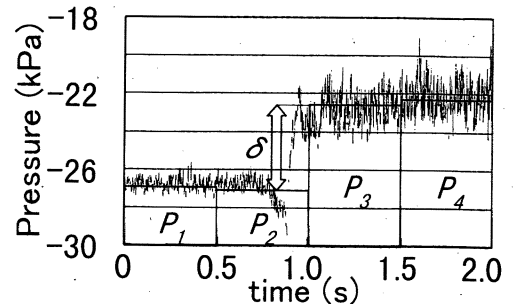


Fig. 6 Detecting Process (Sample Yarn: Spandex 420D)

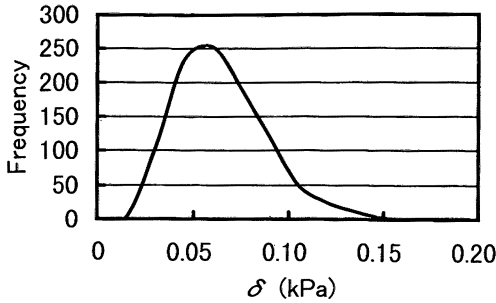


Fig. 7 Frequency Distribution of Maximum δ without Yarn

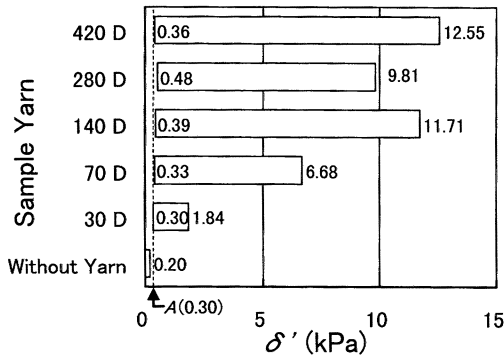


Fig. 8 Maximum and Minimum Values of δ'

を取り除き、糸先の確保されている新しいパッケージで再び芯糸通しを行うことで、カバリングマシン全体に対して自動で連続的な芯糸通し作業が可能になる。

図9に一連の自動芯糸通し作業を示す。自走台車がスピンドル軸線上に停止すると、①ストックヤードから新しいパッケージと糸先を芯糸通し装置に供給する。②空気流を用い芯糸通しを行う。③同時に芯糸検出装置で芯糸が通ったかどうかを判別する。④芯糸検出装置が失敗と判別した場合、パッケージを芯糸送出装置から取り外し、不良品用ストックヤードへ移す。その後①に戻り、もう一度同じ錘に対して芯糸通し作業を行う。⑤芯糸検出装置が成功と判別した場合、パッケージをカバリングマシンに置いて、台車を次の錘に移動する。

現在の自動芯糸通し装置では、数%のミスが発生するが、1割増し程度のパッケージを余分に持つことで完全な自動化が実現される。

5. 結 言

本報では、管内流れに置かれた糸が流れを乱すこ

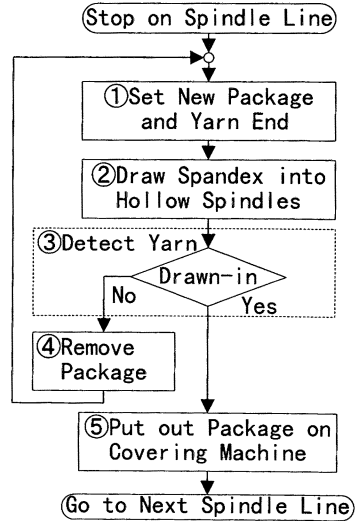


Fig. 9 Flow Chart of Automatic Yarn Drawing-in Mechanism

とを利用したスパンデックス芯糸検出装置の提案と実用性の検証を行った。この現象は複雑であり、流れ学的な解析は別の機会に報告する予定である。本装置によって、自動芯糸通し装置の作業成否の判別が可能になり、失敗糸の処理と再試行動作を行うことで、完全自動化が実現できる。

本研究で得られた成果は以下のとおりである。

1. 管内の流れに置かれた糸が流れを乱すことを利用して、糸の通過を検出する方法を提案した。
2. 市販の圧力センサーと簡単な装置・プログラムによりスパンデックス芯糸検出装置を試作した。
3. この装置を用い、30Dから420Dのスパンデックスの通過を安定して検出できた。
4. 芯糸通し作業失敗時に不良パッケージを取り除き、再試行することで、自動で連続した芯糸通し作業が可能になった。

謝 辞

本研究を進めるに際し、多大なるご協力を頂いた片岡機械工業(株)に感謝する。

参考文献

- 1) 堀, 喜成, 新宅; 織機誌, 50, T24 (1997)
- 2) 八田, 堀, 喜成, 新宅; 織機誌, 50, T343 (1997)
- 3) 堀, 八田, 喜成, 新宅; 織機誌, 51, T42 (1998)
- 4) 日本繊維機械学会繊維研究会編; “ジェットルーム織布”, p. 43, 日本繊維機械学会 (1989)
- 5) 八田, 喜成, 新宅, 岩木; 織機誌, 50, T216 (1997)